

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-184652
 (43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl. G11B 7/0045

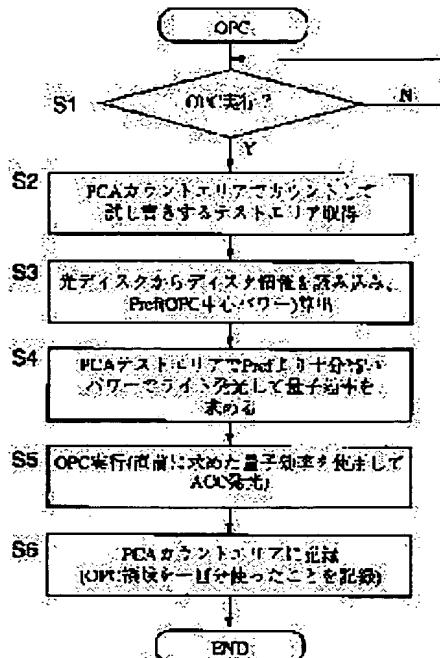
(21)Application number : 11-373098 (71)Applicant : RICOH CO LTD
 (22)Date of filing : 28.12.1999 (72)Inventor : OBA SADAO

(54) INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent plural times of quantum efficiency of a light emitting element obtained before optimum recording power is decided from being dispersed.

SOLUTION: Whether or not OPC is to be performed is judged in a step 1, and when to be performed is judged, a test area to test write is gained in the step 2, and a kind of an optical disk and reference power at a one-fold speed write-in time is read, and the reference power: Pref at the OPC time is calculated, and the power sufficiently higher than the reference power: Pref is calculated, and light emission for obtaining the quantum efficiency in a focal state based on the calculated power is performed and the quantum efficiency is obtained, and ACC light is emitted by using the quantum efficiency, and the OPC is performed, and the optimum recording power of the optical disk is obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-184652
(P2001-184652A)

(43)公開日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(51)Int.Cl.⁷
G 1 1 B 7/0045

識別記号

F I
G 1 1 B 7/0045

テーマコード(参考)
B 5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全14頁)

(21)出願番号 特願平11-373098
(22)出願日 平成11年12月28日(1999.12.28)

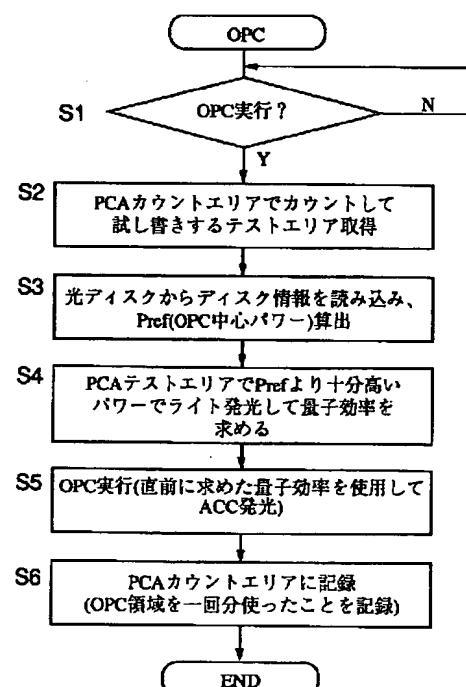
(71)出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(72)発明者 大庭 節生
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内
(74)代理人 100080931
弁理士 大澤 敬
F ターム(参考) 5D090 AA01 BB03 BB04 CC01 CC05
CC16 DD03 DD05 EE01 FF36
HH01 JJ12 KK03 LL08

(54)【発明の名称】 情報記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 最適記録パワーを決定する前に求める複数回の発光素子の量子効率がばらつかないようにする。

【解決手段】 ステップ1でO P Cを実行すべきか否かを判断し、実行すると判断した場合には、ステップ2で試し書きするテストエリアを取得し、ステップ3で光ディスクの種類及び1倍速書き込み時の基準パワーを読み取り、O P C時の基準パワー:P r e fを算出し、基準パワー:P r e fよりも十分高いパワーを算出し、その算出したパワーに基づいて合焦状態で量子効率を求める為のライト発光を行って量子効率を求め、その量子効率を使用してA C C発光してO P Cを実行し、その光ディスクの最適記録パワーを求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、該求められた量子効率に基づいて前記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行つて最適記録パワーを決定し、該最適記録パワーによって前記記録媒体に情報を記録及び該記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、

前記量子効率を求めるときの前記発光素子の発光時の発光パワーを、前記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分高い値に設定する手段を設けたことを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項2】 記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、該求められた量子効率に基づいて前記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行つて最適記録パワーを決定し、該最適記録パワーによって前記記録媒体に情報を記録及び該記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、

前記量子効率を求めるときの前記発光素子の発光時の発光パワーを、前記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値に設定する手段を設けたことを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項3】 記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、該求められた量子効率に基づいて前記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行つて最適記録パワーを決定し、該最適記録パワーによって前記記録媒体に情報を記録及び該記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、

前記発光素子の発光時の発光パワーを、前記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値と十分高い値に設定してそれぞれ量子効率を求め、該求められた両量子効率に基づいて前記基準値の近傍の量子効率を求め、該量子効率に基づいて前記試し書きを行う手段を設けたことを特徴とする情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、追記型(Write Once)ディスクや書換え可能型ディスク等の記録媒体に対して記録レーザパワーのキャリブレーションを行つて情報を記録する情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスク装置等の情報記録再生装置は、光源として発光素子であるレーザダイオード(以下「LD」と略称する)を使用しており、情報の記録及び再生時にLDからの発光を自動発光パワー制御(Automatic Power Control: APC)

によって一定パワーになるように制御している。

【0003】 一般的な書き込み可能な光ディスクの場合、まず光ディスク無しの状態で、もしくは光ディスク有りでも非合焦の状態でLDをライト発光してAPCを行うことにより、LDに流すべき電流、すなわち量子効率(=LD発光パワー/LD駆動電流)を求めて決定する。

【0004】 ここで光ディスク設計の際の常識として、LDに対する光ディスクからの反射による戻り光が有る場合と無い場合で量子効率が異なることが知られている。つまり、光ディスク無しの状態で、もしくは光ディスク有りでも非合焦の状態(つまり戻り光がない状態)で求めた、あるいは調整された量子効率でライトを開始すると、戻り光量の大きな違いによって設定パワーと実際の発光パワーにずれが生じてしまい、光ディスクに対する記録品質が劣化する。

【0005】 そこで従来、上述のような問題を解消するものとして、戻り光が無い状態でライト発光して求めた

LDに流すべき電流から若干減らした電流で実際のライトを始めることにより、ライト開始時の設定パワーと実際の発光パワーとの差が小さくなるようにすると共に、実際のライト開始後に設定パワーと実際の発光パワーとが等しくなるように制御する方式(例えば、特開平3-29126号公報参照)が提案されている。

【0006】 ここで、追記型光ディスク(Compact Disc Recorder: CD-R)では、ライト時記録パワーの決定の為に、記録前に試し書きによる最適記録パワー決定方式(Optimum Power Control: OPC)の動作を行つていている。

【0007】 OPCとは単純に言えば試し書きのことである。CD-Rディスクには、OPCを行うための100回分のテストエリア(パーティション)が設けられている。各パーティション、つまりOPC一回分は15フレーム(=1倍速で15/75秒)と決められている。

【0008】 最適記録パワーを求める為の方法としては、1フレームを一つのライトパワー(LD発光パワー)に割り振り、15ステップのパワーで最小から最大まで記録を行つた後、その部分を再生して再生信号であるRF信号のエンベロープのピーク:Pとボトム:Bの電圧を検出する。

【0009】 ついで、 $\beta = (P+B)/(P-B)$ の値が予め設定した値(推奨値としては0.04程度)になるレーザパワーをその光ディスクの最適記録パワーとして決定し、その後の記録を行うようしている。

【0010】 上述したように、CD-Rの場合、一つのライトパワーでライトする1フレームの記録時間が短い。例えば、1倍速で1/75秒しかなく、2倍速ではその1/2、4倍速では1/4とライトスピードが上がると更に短くなる。したがって、上述のような方式でパ

ワー制御を行ってOPCを行っても、発光パワー=設定パワーとなりきる前に1フレームが終わってしまう。

【0011】そして、設定パワーと実際のLD発光パワーが異なると、実際に書き込んだ記録パワーがわからないので、正確な最適記録パワーが求められないことになり、このような不正確な最適パワーで記録された部分の再生信号品質が悪くなってしまう。

【0012】そこで、このような問題を解消するため、テストエリアの一部を使って合焦時の量子効率を求める為の書き込みを行った後、最適記録パワーを求める試し書きを行うようにすれば、合焦／非合焦の量子効率の違いによらない正しい最適記録パワーが得られ、ライト品質を向上することができる。

【0013】ここで、OPCを行う際に可変するライトパワーに関して説明する。CD-Rの規格書であるオレンジブックパート2バージョン3.0(Orange Book Part II ver 3.0)によるとライトパワー:Pwの可変範囲は基準値:Prefとすると次の数1で表すことができる。

【0014】

【数1】 $P_{ref} \times 0.7 < P_w < P_{ref} \times 1.3$

【0015】また、上記基準値:Prefは次の数2で表すことができる。

【0016】

【数2】

$$Pref = P_{ind} \times [1 + 0.4 \times (N - 1)]$$

【0017】数2で、Pindは未記録の光ディスクに予め記録されている情報であり、1倍速書き込み時の基準パワー:Nは書き込みスピードであり、4倍速ならN=4である。

【0018】さらに、上記数1及び数2によって得られた具体的な数値例を示すと、光ディスクに書かれた情報がPind=5.9mWであり、4倍速書き込みの場合、数2からPref=13mWになる。

【0019】したがって、 $P_{ref} \times 0.7 = 9.1\text{mW}$ と $P_{ref} \times 1.3 = 16.9\text{mW}$ になり、上述の数1に示した範囲内で15ステップのライトパワーで可変するので、15個のライトパワーはそれぞれ次のようになる。

【0020】9.1mW, 9.7mW, 10.2mW, 10.8mW, 11.3mW, 11.9mW, 12.4mW, 13.0mW, 13.6mW, 14.1mW, 14.7mW, 15.2mW, 15.8mW, 16.3mW, 16.9mW

【0021】これらの各パワーで順番に1フレーム、つまり、4倍速なので1/75/4秒ずつで計15フレーム書き込み、それらを再生して最良なライトパワーである最適記録パワーを求めてその後のライトを実行する。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の

ような方式では、実際の書き込みパワーに近い書き込みによって量子効率を算出したい為に、上記Prefの近傍パワーで合焦時の量子効率を算出する為の書き込みを行っているが、OPC前の合焦時の量子効率算出時に書き込むライトパワーは特に考慮していないので、Pref近傍(1倍速ではPin d)では、微少な書き込みパワーの変化で反射率が大きく変わってしまう。

【0023】したがって、上述の様に量子効率は戻り光(反射率と戻り光量は比例する)に影響されるので、わずかなかけ具合の差によって量子効率が大きく変化してしまうことになるのである。

【0024】これは、量子効率を求めるための書き込みを複数回行った場合、毎回ばらついてしまうことを意味し、このようなばらついた量子効率を使ってACC発光によるOPCを行うと当然求められた最適記録パワーもばらつき、記録品質を悪くさせてしまうという問題があった。

【0025】この発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、最適記録パワーを決定する前に求められる複数回の発光素子の量子効率がばらつかないようにすることを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】この発明は上記の目的を達成するため、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワーによって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、上記量子効率を求めるときの上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分高い値に設定する手段を設けたものである。

【0027】また、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワーによって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、上記量子効率を求めるときの上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値に設定する手段を設けるとよい。

【0028】さらに、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワ

一によって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段を備えた情報記録再生装置において、上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値と十分高い値に設定してそれぞれ量子効率を求め、その求められた両量子効率に基づいて上記基準値の近傍の量子効率を求め、その量子効率に基づいて上記試し書きを行う手段を設けるといい。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を図面に基づいて具体的に説明する。まず、この発明を実施する記録媒体の光ディスクと、その光ディスクに対する記録及び再生を行う情報記録再生装置と、その情報記録再生装置における通常の記録パワー決定に関わる不具合について説明する。

【0030】記録可能な高密度ディスクとしては、レーザ光を用いて記録及び再生する方式の追記型（Write Once）と書換え可能型がある。その両光ディスクは、情報の信号を記録する記録面の材料が異なり、情報の記録方法も異なる。

【0031】追記型の光ディスクには、TeやBiの材料を用いて記録面を形成し、その記録面にレーザ光を当ててその部分を熔融してピットを形成する方法と、Sb₂Se₃、TeO_xや有機色素系の薄膜を形成し、その記録面にレーザ光を当てて光の反射率を変化させる方法との二通りがある。

【0032】一方、書換え可能型の光ディスク場合、記録面の材料は希土類金属（Gd、Tb、Dy、Ho等）と3d遷移金属（Fe、Co、Ni）とのアモルファス合金が用いられており、信号の記録に際しては光磁気記録方式（Magnet Optics）が採用されている。

【0033】このような素材の書き換え可能型の光ディスクの記録は、外部磁界によって予めイニシャライズされている記録面の所定箇所をレーザビームの照射によってキューリー温度（150℃程度）より上げ、そこに外部磁界を加えて垂直磁化することによって行う。

【0034】また、記録面に記録された情報の読出しは、記録面に光を当てた時に偏光面がごくわずかに回転するカーフェクト現象を用いることによって行う。

【0035】ところで、上述した追記型の光ディスクであるCD-Rディスクには、記録面にはプリグループが形成されている。そのプリグループは、中心周波数2.05kHzで極僅かにラジアル方向にウォブリングしている。そして、そのウォブリングから検出したウォブル信号を用いることにより、情報の記録前の光ディスクを線速度一定に制御することが可能になる。

【0036】また、そのウォブル信号には最大偏位±1kHzでFSK変調により多重された信号が含まれてお

り、この信号を読み取ることによってATIP（絶対時間）が解るので、情報の記録前でも任意の位置へサーチすることが可能になる。

【0037】図7は、CD-Rディスクのフォーマットを示す図である。CD-Rディスクの記録面は、ディスク中心部から順にパワーキャリプレーションエリア（PCA）1、プログラムメモリエリア（PMA）2、リードインエリア3、プログラムエリア4、及びリードアウトエリア5が設けられている。

【0038】PCA1は記録前に、ディスクの最適記録パワーを記録・測定するエリアであり、PMA2は追記途中のディスクを取出す時に、記録情報やスキップ情報を一時的に記録するエリアである。

【0039】情報記録再生装置では、このようなCD-Rディスクに対して記録時の最適記録パワーを決めるために、通常は記録前に記録パワーキャリプレーション（OPC）動作を行っている。

【0040】そのため、CD-Rディスクには、100回分のテストエリア（パーティション）が設けられている。その各パーティションは15フレームである。

【0041】上記のような記録時の最適記録パワーの決定は、光ディスクの記録特性が製造元毎に相違することから、ディスク毎の最適記録パワーが必要になる。光ディスク毎に最適記録パワーが得られない場合には、記録後のエラーレートやジッタ、すなわち再生品質が急激に劣化してしまう場合がある。

【0042】図8は、最適記録パワーを得るための処理の説明に供する線図である。例えば、同図の(a)に示すように、1フレームを1つの記録レベル（レーザパワー）に割り振り、15ステップのパワーで最小値Aから最大値Bまで記録を行った後、その部分を再生してRF信号のエンベロープのピーク：Pとボトム：Bの電圧を検出する。

【0043】次いで、同図の(b)に示すように、 $\beta = (P+B)/(P-B)$ の値が予め設定した値（推奨値としては0.04程度）になったレーザパワーあるいは直線近似から記録パワーを求め、その記録パワーをその光ディスクの最適記録パワーとしてその後の記録を行うようしている。

【0044】図9は、情報記録再生装置の自動発光パワー制御（Automatic Power Control : APC）回路の構成の一例を示す図である。図中の前方PD（あるいは後方PD）10は、APCを行う為にレーザパワーをモニタするための受光素子であり、光電変換によってレーザ光を電流に変換する素子である。

【0045】I/Vアンプ11は、前方PD（あるいは後方PD）10から出力された電流を電圧変換して出力する。その出力は、図10に示すようなレーザ発光波形になり、リードパワーレベルの電圧：Cとライトパワー

レベルの電圧:Dの2値の電圧の方形波になるので、リード時の電圧とライト時の電圧をサンプリングして保持する必要がある。

【0046】図9の第1サンプルホールド回路(第1S/H回路)12がリードパワー時の前方PD(あるいは後方PD)10の出力を保持し、第2サンプルホールド回路(第2S/H回路)13がライトパワー時の前方PD(あるいは後方PD)10の出力を保持する。

【0047】レーザドライバ(Laser Drive r)20は、レーザダイオード(Laser Diode:LD)21を駆動するものであり、入力される電圧に比例した電流をLD21に流す。また、ライトパワー時の電流をEFM信号がハイ(High:H)の時、リードパワーに重量する機能も備える。

【0048】そして、上記各出力を第1A/Dコンバータ14と第2A/Dコンバータ15によってそれぞれデジタル値に変換してCPU16へ送り、各出力と発光パワーとの関係を示す情報を製造工程等で求めて不揮発性メモリ17に記憶する。

【0049】そして、情報記録再生装置のCPU16は、不揮発性メモリ17の情報に基づいて設定した発光パワーの時の出力になるようにレーザダイオード(LD)に流す電流を調整する。

【0050】つまり、CPU16からのデジタル設定値を第1D/Aコンバータ18と第2D/Aコンバータ19でアナログ値に変換し、その電圧に比例した電流をレーザドライバ20がLD21に流すことによってLD21を発光させ、その発光によって照射するレーザ光でAPCを行なう。

【0051】このようにして、CPU16はモニタの出力が所望の値になるように、LD21に流す電流を制御してやることで記録パワーの自動制御を行う。

【0052】上記のようなAPC回路を備えた情報記録再生装置では、通常はライト開始前にわざとフォーカスサーボをずらして非合焦状態でリードパワー発光、ライトパワー発光に対するAPCを行い、その後セットアップ動作を行なっている。

【0053】すなわち、光ディスクのTOCエリアにピックアップを移動し、フォーカスサーボをオンし、スピンドルキック、スピンドルCAVサーボ、トラッキングサーボオンを行う。

【0054】セットアップ動作終了後、OPCを実行するか否かの判断を行う。その実行するか否かの判断においては、現在セットされている光ディスクがパワーオンした後、OPCを実行済みならばOPCを行わない。

【0055】ここでOPCを実行する場合には、PCAカウントエリアの先頭をサーチし、次いでPCAカウントエリアを再生し、RF信号のあるアドレスからカウント値を決定する。そして、カウント値の決定を終えた後、カウント値に対応したPCAテストエリアをサーチ

する。

【0056】その後、OPC動作を行う。すなわち、PCAテストエリアによって試し書きを行った後、この試し書き結果を再生し、再生結果によって最適記録パワー(β 値=0.04程度のパワー)を決定する。ここで、 β 値は記録後の再生信号によって得られる記録パワーを示すパラメータである。

【0057】先にも述べたとおり、一般的にAPCはわざとフォーカスサーボをずらして、光ディスクに合焦しないで行う。ところが、レーザのライト発光パワーが非合焦時のAPCで得られたレーザ駆動電流値をそのまま合焦後も駆動すると、非合焦の発光パワーよりも強いパワーで発光してしまうという問題がある。

【0058】すなわち、フォーカスサーボをかけてレーザダイオードに戻り光がある状態にすると、光ディスクが無い状態で設定した電流値では発光パワーが設定パワーと異なってしまう。

【0059】図11は、レーザダイオード駆動電流と発光パワーとの関係の一例を示す線図である。上述した情報記録再生装置において、戻り光がない状態でライト発光して求めたLDに流すべき電流から若干減らした電流で実際のライトを始めて、ライト開始時の設定パワーと実際の発光パワーの差が小さくなるようにし、更に実際ライト開始後、設定パワーと実際発光パワーが等しくなるようにパワー制御した場合の問題点について説明する。

【0060】CD-Rディスクの場合、OPCの際、一つの記録レベルでライトする1フレームは時間が短いので、例えば、1倍速で1/75秒しかなく、更に2倍速、4倍速とライトスピードが上がるとそれぞれ1倍速時よりも更に1/2、1/4と短くなるので、上述のような方式でパワー制御を行ってOPCを行っても、発光パワー=設定パワーとなりきる前に、1フレームが終わってしまう。つまり、高速記録になるとOPC時にAPC制御が間に合わないのである。

【0061】APC制御が間に合わないということは設定パワーと実際のLD発光パワーが異なることを意味し、実際に書き込んだ記録パワーがわからないので、正確な最適記録パワーが求められないことになり、この不正確な最適パワーで記録された部分の再生信号品質が悪くなってしまうという問題が発生する。

【0062】そこで、上述のような問題点を解消するために、情報記録再生装置において、試し書き領域の一部でAPCを行う合焦時に量子効率を事前に求めて、その量子効率を用いてOPC時の発光をACCにする方式を採用した場合について説明する。

【0063】図12は情報記録再生装置における試し書き処理の具体的なシーケンスを示す図であり、図13は図12に示したシーケンスの処理で書き込まれた光ディスクの書き込みパワーを示す線図である。

【0064】図12に示すように、このOPC処理はステップ(図中「S」で示す)31でOPC実行か否かを判断し、実行ならステップ32へ進んでPCAカウントエリアでカウントし、試し書きするテストエリアを取得し、ステップ33へ進んでPCAテストエリアでライト発光して量子効率を求め、ステップ34へ進んでPCAカウントエリアにOPC領域を一回分使ったことを示す情報を記録する。

【0065】ステップ35へ進んで再びPCAカウントエリアでカウントし、試し書きするテストエリアを取得し、ステップ36へ進んでステップ33でOPC直前に求めた量子効率を使用してOPCを実行し、最適記録パワーを求めて決定し、ステップ37へ進んでPCAカウントエリアにOPC領域を一回分使ったことを示す情報を記録し、この処理を終了する。

【0066】さらに図13には、上述の処理の際のOPC時に可変する記録パワーの中心値あたりを示している。

【0067】上述のような処理では、合焦時量子効率を求める際の記録パワーが配慮されていないので、以下の様な不具合が引き起こされる。以下説明していく。

【0068】図14はライトパワー(LDからの出射パワー)と光ディスクでの反射によるLDへの戻り光量の関係を示す線図である。光ディスクへの書き込みが一切起こらない場合は、記録膜が溶けない場合であり、記録パワーを上げていくと光ディスクの反射率は一定なので、直線L1(図中の一点鎖線)で示すように単純に戻り光量も単調増加する。

【0069】しかしながら、CD-R等のライトワنس(WO)ディスクでは最適記録パワー近傍で記録膜が溶け出るので、直線L2(図中の実線)で示すように、LDの戻り光量は最適記録パワー:Prefの近傍で大きく変化する

【0070】図15は、CD-Rの規格書であるオレンジブック(Orange Book)に記載されている戻り光量が変化する原因の説明に供する線図である。同図の(a)はLDから発光される発射光の波形を示し、同図の(b)は光ディスクからの反射光の波形を示す図である。

【0071】ここでLDからの発光パワー(ライトパワー)が小さいときは、反射光はそのまま発射光と同じ形であるが、記録膜が溶けるパワーではパルスの先頭は光ディスクに書けないので反射光が多いが、パルスの後縁にいくほど光ディスクが溶融して反射率が下がっていくので反射光が小さくなっている。

【0072】この反射光の後縁パワーは、発射パワーが上がれば溶融が大きく反射率の低下が大きいのでだんだん小さくなっていく。ただし、記録膜の溶融はあるパワーまで完了してしまうので、そのパワー以上になると、再び単調に戻り光は増えていく。

【0073】以上のような現象により、図14に示すように最適記録パワー:Prefの近傍に変局点ができるしまう。ここで、LDに戻り光(光ディスクからの反射による)がある場合とない場合で量子効率が異なる。

【0074】一方、光ディスクへの書き込みの際、LDの出射されるパワーが一定でも、光ディスクの微少なそり、厚みの違い等によって光ディスク面に照射されるパワー自体の微少な変動の発生は避け難い。

【0075】従って、戻り光の変化が大きいパワー近傍でAPC書き込みを行うと、時々刻々と量子効率が変化してしまう。つまり、量子効率を求めるAPC書き込みを複数回行うとすると、毎回違う量子効率が求められることになってしまう。その毎回違う、要はばらついた量子効率を用いてOPC時にACC書き込みをすると、毎回OPC結果がばらついてしまうという問題が生じる。

【0076】一方、OPCでは、図14に示した最適記録パワー:Prefの近傍の変局点あたりのパワーでパワーをふるようにしており、OPC時可変パワーの中心値(図中のPrefのパワー)で量子効率算出することは上述のような不具合を引き起こすことになる。

【0077】そこで、この発明に関わる機能を上述の情報記録再生装置に採用することにより、ACCでOPCを行った際もAPCでOPCを行った場合と同等の結果を得られるようにして、OPCのばらつきを抑えるものである。

【0078】次に、上記情報記録再生装置にこの発明の請求項1に関わる手段を適用したときの機能及び処理について説明する。この場合、上記図3に示したAPC回路が、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワーによって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段と、上記量子効率を求めるときの上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分高い値に設定する手段の機能を果たす。

【0079】図1は、上記情報記録再生装置におけるこの発明の請求項1に関わるOPC処理を示すフローチャートである。このOPCルーチンは、まずステップ(図中「S」で示す)1でOPCを実行すべきか否かを判断し、実行すると判断した場合には、ステップ2~6の処理を実行する。ステップ2でPCAカウントエリアの情報を読みにいってカウントし、既に何回OPCが実行されているかを求め、試し書きするテストエリアを取得する。

【0080】次に、ステップ3で光ディスクに予め埋め込まれているディスク情報を読み込み、光ディスクの種類及び1倍速書き込み時の基準パワーを読みとる(これ

11

はCD-Rの規格書のオレンジブックでいうPindに相当する)。

【0081】この基準パワーと書き込み速度からOPC時の基準パワー:Pref (OPC中心のPower)を算出して決定する(これはCD-Rの場合、オレンジブックのPref = Pind × (1 + (N - 1) × 0.4)という計算式が用いられる)。

【0082】ステップ4では、従来であればステップ3で求めた基準パワー:Prefでライト発光して量子効率を求めるが、この発明の請求項1の機能では、基準パワー:Prefよりも十分高いパワーを算出する。例えば、基準パワー:Prefの3割(以上)増したパワーを算出し、その算出したパワーに基づいて合焦状態で量子効率を求める為のライト発光を行う。

【0083】ステップ5では直前に求めた量子効率を使用しACC発光してOPCを実行する。まず、テストエリアで試し書きする複数通りのパワーを基準パワー:Prefから算出する。

【0084】例えば、CD-Rの場合、光ディスクに書かれた情報Pind = 5.9mWで4倍速書き込みの場合、Pref = 13mWになる。したがって、Pref × 0.7 = 9.1mWとPref × 1.3 = 16.9mWの範囲内で15ステップのライトパワーで可変するので、15個のライトパワーは、それぞれ次のようになる。

【0085】9.1mW, 9.7mW, 10.2mW, 10.8mW, 11.3mW, 11.9mW, 12.4mW, 13.0mW, 13.6mW, 14.1mW, 14.7mW, 15.2mW, 15.8mW, 16.3mW, 16.9mW

【0086】この各パワーで試し書きするわけだが、定電流駆動する場合、ステップ4で算出した量子効率と上記発光させたいパワーからLDに流すべき電流を算出し、実際のライト発光を行いテストエリアへの書き込みを行う。

【0087】この書き込みをした部分を再生して、再生信号であるRF信号のエンベロープのピーク:Pとボトム:Bの電圧を検出し、その各値を用いて $\beta = (P + B) / (P - B)$ の値が予め設定した値(推奨値としては0.04程度)になるレーザパワーをその光ディスクの最適記録パワーとして決定する。

【0088】そして、ステップ6へ進んでOPC領域を1回分使ったことをPCAカウントエリアに記録し、このOPC処理を終了する。

【0089】図2は、図1に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。同図の②の領域が量子効率算出為のAPCで書き込まれた領域であり、①の領域が求められた量子効率から決定したパワーを用いてACCで書き込まれた領域であり、③の領域は前回OPC時にライトした記録パワーで

12

ある。

【0090】このようにして、量子効率算出の為のAPC書き込み時、反射率変化の少ない高いライトパワーで書き込むことにより、微少なパワー変化が生じても反射率変化が少ないので戻り光量変化が少なく、複数回実施されるLDの量子効率の算出がばらつかないので、OPC時ACCによって発光されるパワーもばらつかず、従って、OPCにより決定される最適記録パワーがばらつかず、結果として書き込み品質のばらつきが小さいシステムを提供可能である。

【0091】次に、上記情報記録再生装置にこの発明の請求項2に関わる手段を適用したときの機能及び処理について説明する。この場合、上記図3に示したAPC回路が、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワーによって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段と、上記量子効率を求めるときの上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値に設定する手段の機能を果たす。

【0092】図3は、上記情報記録再生装置におけるこの発明の請求項2に関わるOPC処理を示すフローチャートである。このOPCルーチンは、まずステップ(図中「S」で示す)11でOPCを実行すべきか否かを判断し、実行すると判断した場合には、ステップ12~16の処理を実行する。ステップ12でPCAカウントエリアの情報を読みにいてカウントし、既に何回OPCが実行されているかを求め、試し書きするテストエリアを取得する。

【0093】次に、ステップ13で光ディスクに予め埋め込まれているディスク情報を読み込み、光ディスクの種類及び1倍速書き込み時の基準パワーを読みとる(これはCD-Rの規格書のオレンジブックでいうPindに相当する)。

【0094】この基準パワーと書き込み速度からOPC時の基準パワー:Pref (OPC中心のPower)を算出して決定する(これはCD-Rの場合、オレンジブックのPref = Pind × (1 + (N - 1) × 0.4)という計算式が用いられる)。

【0095】ステップ14では、この発明の請求項2の機能では、基準パワー:Prefよりも十分低いパワーを算出する。例えば、基準パワー:Prefの3割(以上)減らしたパワーを算出し、その算出したパワーに基づいて合焦状態で量子効率を求める為のライト発光を行う。

【0096】ステップ15では直前に求めた量子効率を使用しACC発光してOPCを実行する。まず、テスト

エリアで試し書きする複数通りのパワーを基準パワー： P_{ref} から算出する。

【0097】そして、この各パワーで試し書きするわけだが、定電流駆動する場合、ステップ14で算出した量子効率と上記発光させたいパワーからLDに流すべき電流を算出し、実際のライト発光を行いテストエリアへの書き込みを行う。

【0098】この書き込みをした部分を再生して、再生信号であるRF信号のエンベロープのピーク：Pとボトム：Bの電圧を検出し、その各値を用いて $\beta = (P + B) / (P - B)$ の値が予め設定した値（推奨値としては0.04程度）になるレーザパワーをその光ディスクの最適記録パワーとして決定する。

【0099】そして、ステップ16へ進んでOPC領域を1回分使ったことをPCAカウントエリアに記録し、このOPC処理を終了する。

【0100】図4は、図2に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。同図の②の領域が量子効率算出為のAPCで書き込まれた領域であり、①の領域が求められた量子効率から決定したパワーを用いてACCで書き込まれた領域であり、③の領域は前回OPC時にライトした記録パワーである。

【0101】このようにして、量子効率算出の為のAPC書き込み時、反射率変化の少ない低いライトパワーで書き込むことにより、微少なパワー変化が生じても反射率変化が少ないので戻り光量変化が少なく、複数回実施されるLDの量子効率の算出がばらつかずに安定するので、OPC時ACCによって発光されるパワーがばらつかず、従って、OPCにより決定される最適記録パワーがばらつかず、結果として書き込み品質のばらつきが小さいシステムを提供可能である。

【0102】次に、上記情報記録再生装置にこの発明の請求項3に関わる手段を適用したときの機能及び処理について説明する。上述の請求項1あるいは請求項2に関わる機能では、光ディスクのかけ具合による量子効率のばらつきを抑えることができるが、基準となる記録パワーの量子効率とOPC以前に求める量子効率に隔たりがあるため、求めた量子効率からLDをACC駆動してOPCを行った場合と、LDをAPC駆動してOPCを行った場合（本来はこうするべきだが、高速書き込みではOPCの際の一発光パワーの発光時間が短く、APCが間に合わないのでACC発光の必要がある）で決定したパワーにずれが生じてしまう恐れがある。

【0103】そこで、この発明の請求項3に関わる機能では、OPCで求まる記録パワーが本来の最適パワーでないところで決定してしまうことを防止し、ライト品質のさらなる向上を実現する。

【0104】この場合、上記図3に示したAPC回路が、記録可能な記録媒体に情報を記録するときの発光素

子の照射光の量子効率を求め、その求められた量子効率に基づいて上記記録媒体に最適記録パワー決定用として予め設けられた試し書き領域に試し書きを行って最適記録パワーを決定し、その最適記録パワーによって上記記録媒体に情報を記録及びその記録された情報を再生する手段と、上記発光素子の発光時の発光パワーを、上記記録媒体の種類及び情報の記録スピードによって一義的に決定される基準値よりも十分低い値と十分高い値に設定してそれぞれ量子効率を求め、その求められた両量子効率に基づいて上記基準値の近傍の量子効率を求め、その量子効率に基づいて上記試し書きを行う手段の機能を果たす。

【0105】図5は、上記情報記録再生装置におけるこの発明の請求項3に関わるOPC処理を示すフローチャートである。このOPCルーチンは、まずステップ（図中「S」で示す）21でOPCを実行すべきか否かを判断し、実行すると判断した場合には、ステップ22～27の処理を実行する。ステップ22でPCAカウントエリアの情報を読みにいってカウントし、既に何回OPCが実行されているかを求め、試し書きするテストエリアを取得する。

【0106】次に、ステップ23で光ディスクに予め埋め込まれているディスク情報を読み込み、光ディスクの種類及び1倍速書き込み時の基準パワーを読みとる（これはCD-Rの規格書のオレンジブックでいうPindに相当する）。

【0107】この基準パワーと書き込み速度からOPC時の基準パワー： P_{ref} （OPC中心のPower）を算出して決定する（これはCD-Rの場合、オレンジブックの $P_{ref} = P_{ind} \times (1 + (N - 1) \times 0.4)$ という計算式が用いられる）。

【0108】ステップ24では、従来であればステップ23で求めた基準パワー： P_{ref} でライト発光して量子効率を求めるが、この発明の請求項3の機能では、基準パワー： P_{ref} よりも十分低いパワーと十分高いパワーを算出し、その各パワーに基づいて合焦状態でそれぞれ量子効率を求める為のライト発光を行う。

【0109】例えば、基準パワー： P_{ref} の3割（以上）増したパワーを算出した場合、その算出したパワーに基づいて合焦状態で量子効率を求める為のライト発光を行う。

【0110】そして、基準パワー： P_{ref} よりも十分低いパワーでライト発光したときの量子効率 η_1 と、基準パワー： P_{ref} よりも高いパワーでライト発光したときの量子効率 η_2 を求める。

【0111】ステップ25では量子効率 η_1 と η_2 に基づいて基準パワー： P_{ref} の近傍の量子効率 η を演算によって求める。もっとも単純な例としては、次の数3に示す演算式に基づく処理で求める。

【0112】

【数3】 $\eta = (\eta_1 + \eta_2) / 2$

【0113】しかしながら、実際には発光パワーによってLDの温度は異なるため、LDの効率はLDの温度にもよるので、実験によって事前に求めた係数をa, b, cとした場合、次の数4に示す演算式に基づく処理で求めるのがより現実的な値になる。なお、a, b, cは装置種類によって異なる。

【0114】

【数4】 $\eta = a \times \eta_1 + b \times \eta_2 + c$

【0115】ステップ26では直前のステップ25で求めた量子効率を使用してACC発光してOPCを実行する。まず、テストエリアで試し書きする複数通りのパワーを基準パワー:Prefから算出する。

【0116】そして、この各パワーで試し書きするわけだが、定電流駆動する場合、ステップ24で算出した量子効率と上記発光させたいパワーからLDに流すべき電流を算出し、実際のライト発光を行いテストエリアへの書き込みを行う。

【0117】この書き込みをした部分を再生して、再生信号であるRF信号のエンベロープのピーク:Pとボトム:Bの電圧を検出し、その各値を用いて $\beta = (P+B) / (P-B)$ の値が予め設定した値(推奨値としては0.04程度)になるレーザパワーをその光ディスクの最適記録パワーとして決定する。

【0118】そして、ステップ27へ進んでOPC領域を1回分使ったことをPCAカウントエリアに記録し、このOPC処理を終了する。

【0119】図6は、図5に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。同図の②の領域が量子効率算出為のAPCで書き込まれた領域であり、①の領域が求められた量子効率から決定したパワーを用いてACCで書き込まれた領域であり、③の領域は前回OPC時にライトした記録パワーである。

【0120】このようにして、上述したこの発明の請求項1と2に関わる機能の効果に加えて、高いパワーで求めた量子効率と低いパワーで求めた量子効率から、光ディスク種類及び装置によって決定される基準となる記録パワー近傍の量子効率を推測によって算出し、その算出された量子効率によってOPC時のACC発光を行うことにより、OPC時APCを行った場合とほぼ同等な最適記録パワーを決定することが可能になり、OPC時ACC発光でも光ディスクへの書き込み品質をOPC時APC発光した記録品質レベルにすることができる。

【0121】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明の情報記録再生装置によれば、最適記録パワーを決定する前に求める複数回の発光素子の量子効率がばらつかないので、記録媒体への最適記録パワーを正しく求めることができ、記録品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明を実施した情報記録再生装置におけるこの発明の請求項1に関わるOPC処理を示すフローチャートである。

【図2】図1に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。

【図3】この発明を実施した情報記録再生装置におけるこの発明の請求項2に関わるOPC処理を示すフローチャートである。

【図4】図4に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。

【図5】この発明を実施した情報記録再生装置におけるこの発明の請求項3に関わるOPC処理を示すフローチャートである。

【図6】図5に示したOPC処理によって光ディスクに書かれた具体的なパワー値を示す線図である。

【図7】CD-Rディスクのフォーマットを示す図である。

【図8】最適記録パワーを得るために処理の説明に供する線図である。

【図9】この発明を実施する情報記録再生装置の自動発光パワー制御(APC)回路の構成の一例を示す図である。

【図10】図9に示したAPC回路におけるレーザ発光パワーの一例を示す波形図である。

【図11】図9に示したAPC回路におけるレーザダイオード駆動電流と発光パワーとの関係の一例を示す線図である。

【図12】この発明を実施する情報記録再生装置における試し書き処理の具体的なシーケンスを示す図である。

【図13】図12に示したシーケンスの処理で書き込まれた光ディスクの書き込みパワーを示す線図である。

【図14】ライトパワーと光ディスクでの反射によるLDへの戻り光量の関係を示す線図である。

【図15】CD-Rの規格書であるオレンジブックに記載されている戻り光量が変化する原因の説明に供する線図である。

【符号の説明】

1 : パワーキャリプレーションエリア (PCA)

2 : プログラムメモリエリア (PMA)

3 : リードインエリア 4 : プログラムエリア

5 : リードアウトエリア

10 : 前方PD (あるいは後方PD)

11 : I/Vアンプ

12 : 第1サンプルホールド (第1S/H) 回路

13 : 第2サンプルホールド (第2S/H) 回路

14 : 第1A/Dコンバータ

15 : 第2A/Dコンバータ

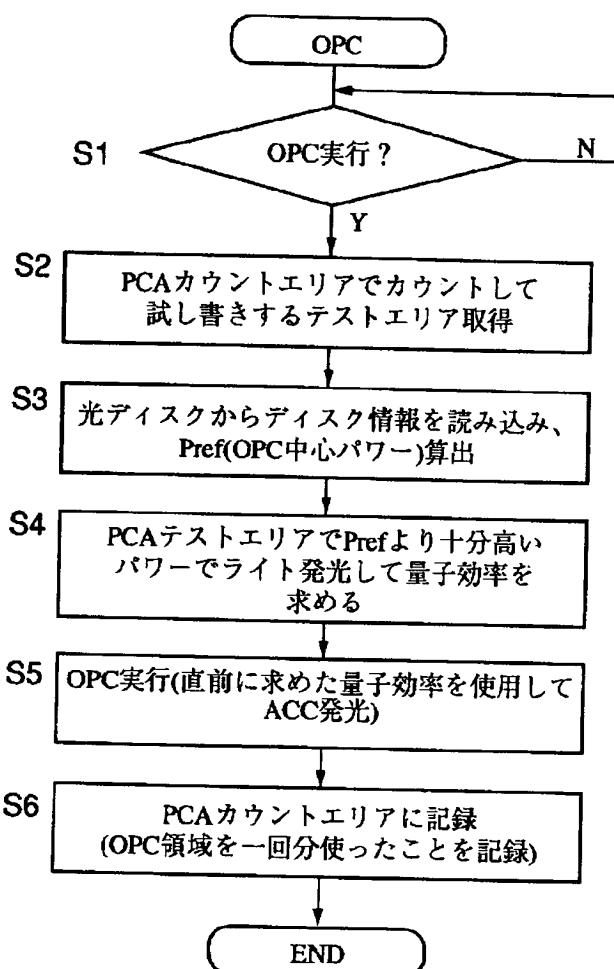
16 : CPU 17 : 不揮発性メモリ

18 : 第1D/Aコンバータ

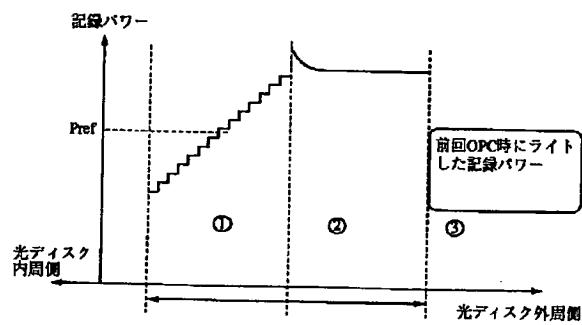
19: 第2D/Aコンバータ

* * 20: レーザドライバ 21: レーザダイオード

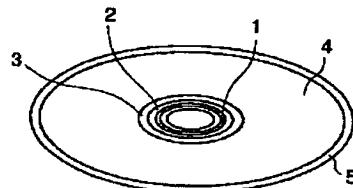
【図1】



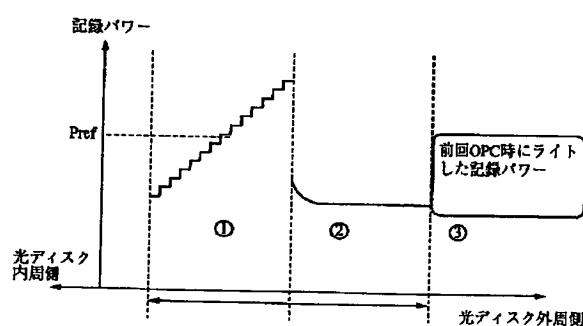
【図2】



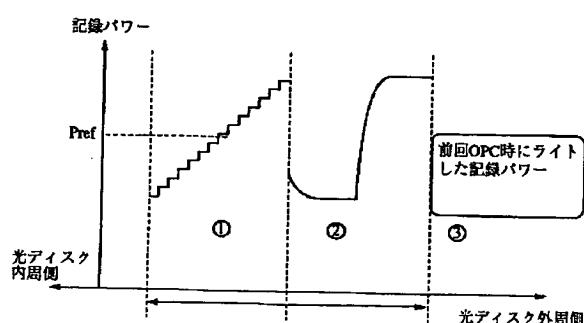
【図7】



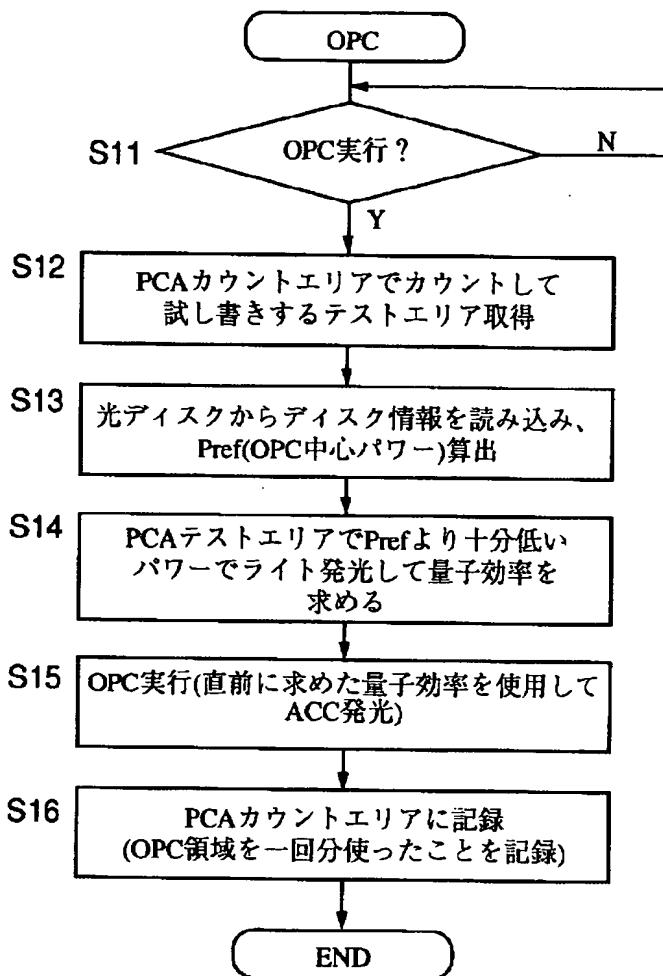
【図4】



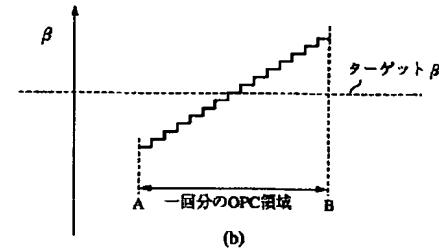
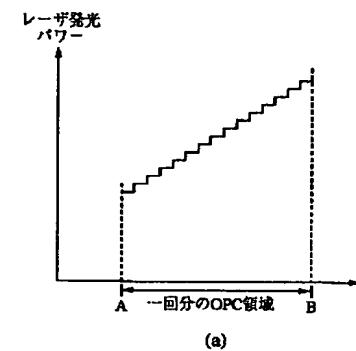
【図6】



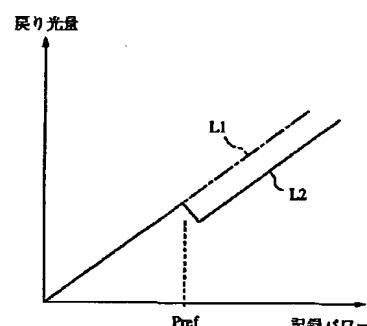
【図3】



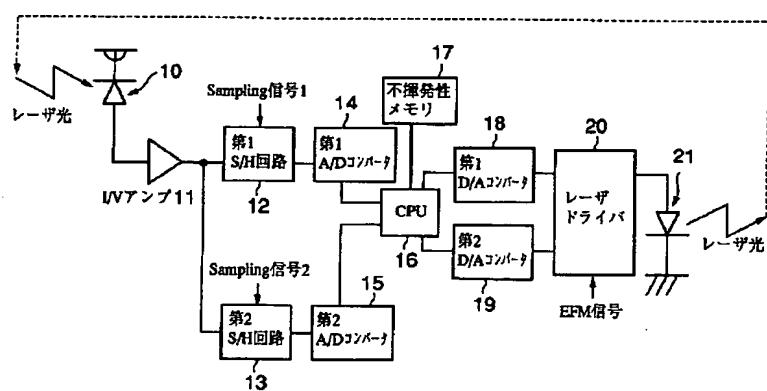
【図8】



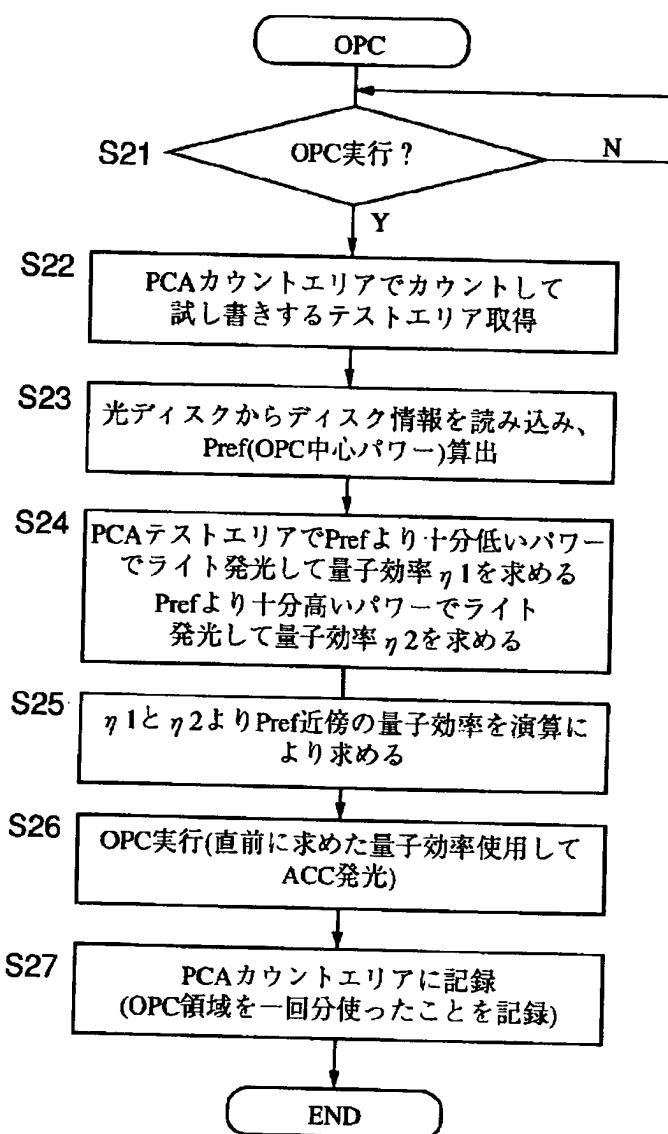
【図14】



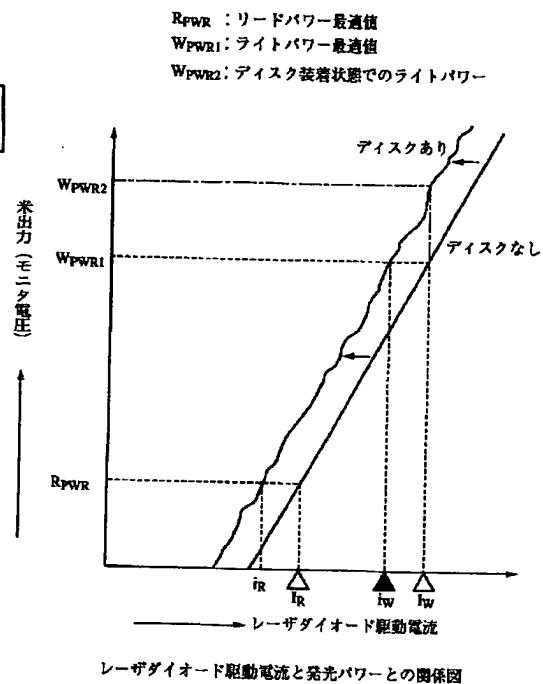
【図9】



【図5】

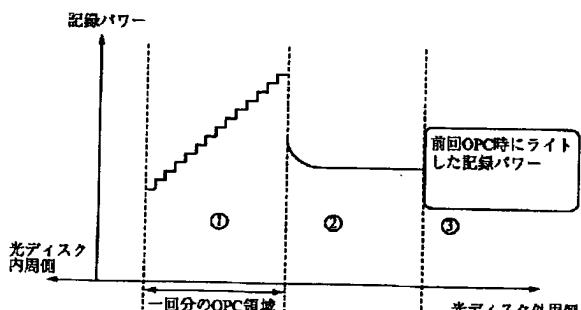


【図11】

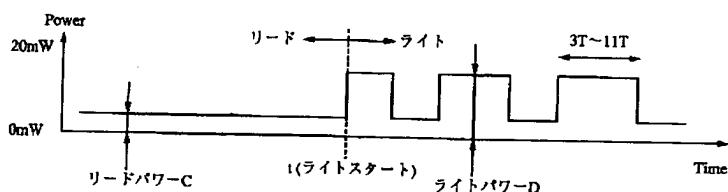


レーザダイオード駆動電流と発光パワーとの関係図

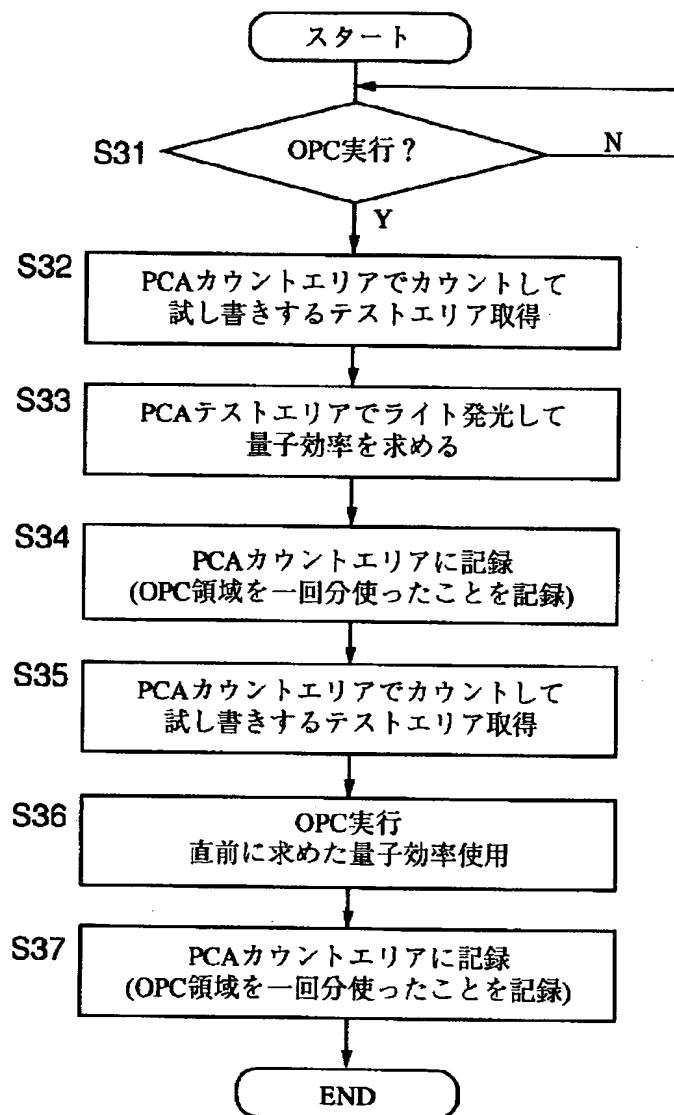
【図13】



【図10】



【図12】



【図15】

